

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



02 SEP 2003

PCT

REC'D 02 SEP 2003

WIPO

PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 43 986.9

Anmeldetag: 20. September 2002

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Ständer und elektrische Maschine

IPC: H 02 K 1/16

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Fbert

20.09.02 MI/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ständer und elektrische Maschine

Stand der Technik

15

20

Aus der japanischen Offenlegungsschrift 9-103052 ist ein Ständer sowie eine elektrische Maschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bereits bekannt. Zur Herstellung dieses Ständers werden zunächst einzelne Blechlamellen ausgestanzt, eine bestimmte Anzahl dieser Blechlamellen einander deckend bis zur gewünschten axialen Breite des Kerns geschichtet. Diese geschichteten Blechlamellen bilden den Ständerkern, der damit auf einer Seite für einen Ständer übliche, zueinander parallel ausgerichtete Zähne und Nuten aufweist. Eine vorgewickelte Kernwicklung liegt beispielsweise in etwa in ebener Form vor und wird in die Nuten des beispielsweise im Wesentlichen flachen Kerns anschließend eingelegt. Die Baugruppe aus Kern und Kernwicklung wird anschließend so rundgebogen, dass ein hohlzylindrischer Ständer entsteht. Nach dem Rundbiegen der Baugruppe aus Ständereisen und Wicklung werden die beiden Enden durch Schweißen miteinander verbunden. Die Schweißverbindung zwischen den beiden Enden ist eine vielfältig belastete Fügeverbindung, für deren spezielle Ausführung aus dem Stand der Technik keine technische Lehre bekannt ist.

30

Vorteile der Erfindung

35

Der erfindungsgemäße Ständer mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat den Vorteil, dass durch die Angabe der Schweißnahttiefe in Abhängigkeit von der wirksamen Jochhöhe und einem Toleranzwert für die Schweißnahttiefe eine Vorschrift angegeben wird, durch die die vielfältigen Einflussparameter auf den Ständer einer elektrischen Maschine sicher und zuverlässig beherrschbar sind, so dass einerseits ein Aufreißen der

Schweißnaht an der Fügestelle nach dem Schweißen sicher vermieden wird und andererseits beispielsweise die elektromagnetischen Eigenschaften des Ständereisens an der Fügestelle nicht zu sehr nachteilig beeinflusst werden. Durch die angegebene
5 Vorschrift zur Bestimmung der Schweißnahttiefe T_s , wonach die Schweißnahttiefe T_s durch die folgende Funktion in Abhängigkeit der Jochhöhe H_{Joch} und einem Toleranzwert ΔT_s angegeben wird,

$$T_s = 0,5\text{mm} * (H_{Joch}/\text{mm} - 1) \pm \Delta T_s ,$$

10 erhält die Schweißnaht einerseits eine ausreichende Stärke, um bei bestimmter Jochhöhe die entstehenden Zugkräfte in der Schweißnaht aufzunehmen, andererseits ist die Schweißnaht nicht zu tief, so dass diese durch entstehende Gefügeänderungen im Joch die magnetischen Eigenschaften an der Schweißstelle nicht zu negativ beeinflusst. Zu diesen Einflüssen gehört beispielsweise einerseits die Höhe der entstehenden und
15 unerwünschten Wirbelstromverluste.

Weist die Größe ΔT_s einen Betrag von 1 mm auf, so ergibt sich eine sichere Schweißverbindung für den sich ergebenden Mindestwert und andererseits keine zu tiefe Schweißnaht, was den Maximalwert angeht.

20 Weist der Wert ΔT_s einen Betrag von 0,5 mm auf, so lässt sich die Schweißnahtqualität besonders sicher reproduzieren.

Unterschreitet die Schweißnahttiefe T_s einen von der Jochhöhe H_{Joch} abhängigen Mindestbetrag T_{smin} nicht, wobei der Mindestbetrag T_{smin} proportional zur Jochhöhe H_{Joch} multipliziert mit dem Faktor 3/40 ist, so ergibt sich eine Mindestfestigkeit der Schweißnaht für verschiedene Jochhöhen H_{Joch} .

30 Ist an der Fügestelle das Joch so ausgebildet, dass auf der Außenseite zwei Teilzähne an der Fügestelle angeordnet sind, so ergibt sich dabei der positive Effekt, dass einerseits die Schweißstelle vom Joch besonders weit entfernt ist und andererseits bereits beim Schweißvorgang verhältnismäßig viel Wärme von diesem Außenzahn abgegeben werden kann. Ein Teil der Wärme erreicht somit das Joch nicht. Die elektromagnetischen
35 Eigenschaften des Jochs werden weniger stark beeinflusst.

Ordnet man die Schweißnaht an einer radialen Innenseite des Jochs an, so dass die Fügestelle auf einem Zahnkopf angeordnet ist, so wird dadurch zuverlässig das Schwingen dieser Halbzähne vermieden.

5 Des Weiteren ist vorgesehen, dass die Schweißnaht an zumindest einer axialen Seite des Ständers angeordnet ist. Das magnetische Geräusch an dieser Stelle wird dadurch reduziert.

10 Ist die Schweißnaht eine Laserstrahlschweißnaht, so ist durch die Ausführung der Schweißung eine besonders sichere Durchführung des Verfahrens zum Herstellen der Schweißnaht gegeben. Die Schweißparameter lassen sich zuverlässig einstellen, ein zusätzlicher Auftrag von Schweißgut erfolgt nicht, die Schweißwärme ist verglichen mit anderen Verfahren, beispielsweise Auftragsschweißen, deutlich verringert. Des weiteren ist vorgesehen, dass der Ständerkern aus einem Material besteht, das nicht mehr als 0,1% Kohlenstoffgehalt (Massengehalt) aufweist.

15

Der Kohlenstoffgehalt beeinflusst die Spröde der Schweißnaht und damit die Haltbarkeit beispielsweise unter Schwingungsbelastung.

20 Zeichnungen

In den Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Ständers sowie einer elektrischen Maschine dargestellt.

Es zeigen:

Figur 1 einen Ständer gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Figur 2 eine Stirnansicht auf zwei Ausführungsbeispiele von Schweißnähten am gefügten Ständerkern,

30 Figur 3 ein Diagramm in dem die Funktion für die Schweißnahttiefe T_s für unterschiedliche Parameter dargestellt ist,

Figur 4 und Figur 5 eine Stirnansicht auf zwei weitere Ausführungsbeispiele von Schweißnähten am gefügten Ständerkern,

35 Figur 6 eine Darstellung zur Ermittlung der Jochhöhe bei besonderer Gestaltung des Jochs.

Beschreibung

In Figur 1 ist ein Ständer 10 einer elektrischen Maschine dargestellt. Der Ständer 10 weist einen ringförmigen Ständerkern 13 aus einem Ständerkernsegment 14 auf. Der Ständerkern 13 besteht in diesem Fall aus einem Ständerkernsegment 14, das wiederum aus einer Vielzahl einzelner Ständerlamellen 15 hergestellt ist. Der Ständerkern 13 weist, wie auch der Stand der Technik, nach radial innen gerichtete Nuten 18 auf, in die eine Ständerwicklung 17 eingelegt ist. Dieser Ständer 10 wird wie nachfolgend beschrieben hergestellt. Es werden einzelne allgemein streifenförmige Ständerlamellen 15 hergestellt, die sich bogenförmig oder gerade erstrecken können. Die einzelnen Ständerlamellen 15 werden so paketi-
ert, dass eine Seite entsteht, die durchgehend mit Nuten 18 versehen ist, in die später die Ständerwicklung 17 eingelegt wird. Nach dem Einlegen der Ständerwicklung 17 entsteht eine Baugruppe aus dem Ständerkern 13 und der Ständerwicklung 17, die anschließend so rund gebogen wird, dass ein zylindrischer Hohlraum entsteht, in dem die Nuten 18 enden. Zur Fixierung dieses Zustands ist vorgesehen, dass zumindest zwei nach dem Rundbiegen sich gegenüberliegende Enden des Ständerkerns 13 mittels einer Schweißnaht 20 fixiert werden. Andernfalls würde der Ständer 10 an der Fügestelle klaffen. Ein Einbau in eine zylindrische Bohrung eines Gehäuses ließe sich kaum bewerkstelligen.

In Figur 2 ist die Fügestelle 22 dargestellt. Beiderseits der Fügestelle 22 ist je ein Ende 23 zumindest eines Ständerkernsegments 14 zu sehen. Beide Enden 23 sind so ausgebildet, dass jeweils ein Teilzahn 24 an einem anderen Teilzahn 24 anliegt. Beide Teilzähne 24 wirken zusammen wie ein ganzer Zahn. An der Fügestelle 22 ist die Schweißnaht 20 im Querschnitt zu sehen. Die Schweißnaht 20 weist in radialer Richtung, d.h. in Richtung entlang der Fügestelle bzw. der Fläche, in der die Teilzähne 24 anliegen, eine Schweißnahttiefe T_s auf. Ein Joch 26, d.h. ein Teil des Ständerkerns 13 bzw. eines Ständerkernsegments 14 zwischen zwei Zähnen, beispielsweise zwischen einem Teilzahn 24 und einem Teilzahn 25 weist eine Jochhöhe H_{Joch} auf.

Für die Schweißnahttiefe T_s soll in Abhängigkeit von der Jochhöhe H_{Joch} folgende Funktion gelten:

$$T_s = 0,5\text{mm} * (H_{Joch}/\text{mm} - 1) \pm \Delta T_s ,$$

Die Schweißnahttiefe T_s ist damit abhängig von der Jochhöhe H_{Joch} und dem Toleranzwert ΔT_s . Die Funktion zur Bestimmung der Schweißnahttiefe T_s besteht demzufolge aus einer Grundfunktion f_b

5
$$f_b = 0,5\text{mm} * (H_{Joch}/\text{mm} - 1)$$

in Abhängigkeit von der Jochhöhe H_{Joch} und dem zusätzlichen Toleranzwert ΔT_s . Die Variablen H_{Joch} und ΔT_s sind in Millimeter (mm) anzugeben, $(H_{Joch}/\text{mm} - 1)$ ist dimensionslos. In erster Näherung ist vorgesehen, dass ΔT_s der Größe ΔT_{s1} entspricht, die einen Betrag von 1,0 mm hat. In zweiter Näherung ist vorgesehen, dass ΔT_s der Größe ΔT_{s2} entspricht, die einen Betrag von 0,5 mm hat.

10 In der Figur 3 ist die Funktion für T_s für die unterschiedlichen Parameter, d.h. in Abhängigkeit von der Jochhöhe und dem Toleranzwert ΔT_s dargestellt. Des Weiteren ist in Figur 3 die Funktion der minimalen Schweißnahttiefe T_{smin} dargestellt, die abhängig von der Jochhöhe H_{Joch} ist. Die Funktion lässt sich beschreiben durch

15
$$T_{smin} = 3/40 * H_{Joch}$$

20 Nach einem weiteren Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Schweißnaht 20 an einem aus zwei Teilzähnen 31 gebildeten Zahn auf der Außenseite 30 des Jochs gebildet ist, siehe Figur 4. In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist vorgesehen, dass die Schweißnaht 20 an einer radialen Innenseite zumindest eines Endes 23 des Ständerkernsegments 14 angeordnet ist, siehe auch Figur 2.

Zur Verringerung des magnetischen Geräuschs ist darüber hinaus vorgesehen, dass auf einer axialen Seite des Ständers 10 bzw. des Ständerkerns 13 eine Schweißnaht 20 angeordnet ist. Diese Schweißnaht 20 an der axialen Stirnseite kann zusätzlich angebracht sein, vgl. Figur 5.

30 Ist vorgesehen, dass an der Fügestelle 22 eine Rinne 35 ausgebildet ist, so ist die wirksame Jochhöhe H_{Joch} nicht gleichbedeutend mit der Jochhöhe, wie sie zuvor beschrieben wurde. Hier ist die projizierte Jochhöhe $H_{Joch,p}$ als wirksame Jochhöhe H_{Joch} zu ermitteln, die die Grundlage zur Bestimmung der erforderlichen Schweißnahttiefe T_s gemäß der eingangs angegebenen Gleichung dient. Hierzu wird von der tatsächlichen

35

Jochhöhe zwischen zwei Zähnen 25 die radiale Erstreckung der Rinne 35 abgezogen, vgl. Figur 6. In diesem Fall ist der Wert der projizierten Jochhöhe H_{JochP} für den Faktor H_{Joch} einzusetzen.

- 5 Damit die Schweißnaht 20 nicht zu spröde ist und demzufolge nur gering belastbar wäre, ist vorgesehen, dass der Ständerkern 13 bzw. die Ständerlamellen 15 aus einem eisenhaltigen Material bestehen, das nicht mehr als 0,1% Kohlenstoffgehalt (Masseanteil) aufweist. Es ist vorgesehen, dass der Ständerkern 13 vor dem Schweißvorgang an der Fügestelle 22 mit der Ständerwicklung 17 bestückt und gemeinsam rundgebogen wird.
- 10 Darüber hinaus ist vorgesehen, dass die Schweißnaht 20 in Umfangsrichtung des Jochs 26 eine Reißfestigkeit zwischen 10 kN und 44 kN aufweist. Des Weiteren soll die Schweißnaht bei einer Tiefe zwischen 0,9 mm und 2,2 mm eine Reißfestigkeit zwischen 20 kN und 36 kN aufweisen. Bei Tiefen zwischen 1,1 mm und 1,8 mm soll die
- 15 Reißfestigkeit zwischen 22 kN und 32 kN betragen.

20.09.02 M1/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

10

1. Ständer einer elektrischen Maschine mit einem ringförmigen Ständerkern (13) aus zumindest einem Ständerkernsegment, mit einer das zumindest eine Ständerkernsegment (14) verbindenden Schweißnaht (20), dadurch gekennzeichnet, dass deren Schweißnahttiefe (T_s) von einem Betrag einer Jochhöhe (H_{Joch}) und einem Toleranzwert (ΔT_s) abhängig ist und durch eine Funktion

15

$$T_s = 0,5\text{mm} * (H_{Joch}/\text{mm} - 1) \pm \Delta T_s ,$$

20

beschreibbar ist.

2. Ständer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ΔT_s der Größe ΔT_{s1} entspricht, die einen Betrag von 1,0 mm hat.

3. Ständer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ΔT_s der Größe ΔT_{s2} entspricht, die einen Betrag von 0,5 mm hat.

30

4. Ständer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweißnahttiefe T_s einen von der Jochhöhe H_{Joch} abhängigen Mindestbetrag T_{smin} nicht unterschreitet, wobei der Mindestbetrag T_{smin} durch eine Funktion

$$T_{smin} = 3/40 * H_{Joch}$$

35

beschreibbar ist.

5. Ständer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweißnaht (20) an einer radialen Außenseite (30) des Jochs (26) angeordnet ist.
- 5 6. Ständer nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweißnaht (20) an einem aus zwei Teilzähnen (24) gebildeten Zahn auf der Außenseite (30) des Ständerkerns (13) angeordnet ist.
- 10 7. Ständer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweißnaht (20) an zumindest einer axialen Seite des Ständerkerns (13) angeordnet ist.
- 15 8. Ständer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schweißnaht (20) eine Laserstrahlschweißnaht ist.
9. Ständer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dieser eine Ständerwicklung (17) trägt.
- 20 10. Elektrische Maschine, insbesondere Generator, mit einem Ständer (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

20.09.02 MI/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ständer und elektrische Maschine

Zusammenfassung

15

Es wird ein Ständer einer elektrischen Maschine vorgeschlagen, der einen ringförmigen Ständerkern (13) aus zumindest einem Ständerkernsegment (14) mit einer das zumindest eine Ständerkernsegment (14) verbindenden Schweißnaht (20) aufweist. Der Ständer ist dadurch gekennzeichnet, dass die Schweißnahttiefe (T_s) der Schweißnaht von einem Betrag einer Jochhöhe (H_{Joch}) und einem Toleranzwert (ΔT_s) abhängig und durch die Funktion

20

$$T_s = 0,5\text{mm} * (H_{Joch}/\text{mm} - 1) \pm \Delta T_s$$

beschreibbar ist.

(Figur 2)

